



(11)

EP 3 165 772 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.05.2017 Patentblatt 2017/19

(51) Int Cl.:
F04D 17/12 (2006.01) **F04D 29/28 (2006.01)**
F04D 29/42 (2006.01) **F04D 29/62 (2006.01)**
F01D 25/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15193213.4**(22) Anmeldetag: **05.11.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**
 (72) Erfinder:

- **Naß, Dieter
47447 Moers (DE)**
- **Petri, Steffen
45473 Mülheim (DE)**

(54) **INNENTEIL FÜR EINE TURBOMASCHINE, TURBOMASCHINE UND VERFAHREN ZUR MONTAGE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Innenteil (IP) einer Turbomaschine (TCO) zur Anordnung in einem Außengehäuse (OC) der Turbomaschine (TCO), wobei das Innenteil (IP) zur Rotation im Betrieb vorgesehene Teile eines Rotors (RO) und als im Betrieb stehende Teile ausgebildete Elemente eines Stators (STA) aufweist, wobei der Rotor (RO) sich entlang einer Achse (X) erstreckt. Daneben betrifft die Erfindung eine Turbomaschine mit dem Innenteil und ein Verfahren zur Montage der Turbomaschine. Im Interesse einer vereinfachten und beschädigungs-freien Montage schlägt die Erfindung vor, dass das Innenteil (IP) derart ausgebildet ist, dass der Rotor (RO) axial gegenüber dem Stator (STA) beweglich von einer ersten Axialposition (AP1) in eine zweite Axialposition (AP2) ist, wobei in der ersten Axialposition (AP1) an mindestens zwei axial voneinander beabstandeten Stellen jeweils eine sich in Umfangsrichtung (CD) erstreckende Auflageschulter (SPS) jeweils an dem Stator (STA) und an dem Rotor (RO) jeweils radial konzentrisch gegenüberliegend vorgesehen sind, so dass der Rotor (RO) und der Stator (STA) mittels der Auflageschultern (SPS) radial zueinander abstützbar sind, wobei die Auflageschultern (SPS) derart ausgebildet sind, dass in der zweiten Axialposition (AP2) die Auflageschultern (SPS) des Rotors (RO) und des Stators (STA) sich nicht radial gegenüberliegend befinden.

FIG 2

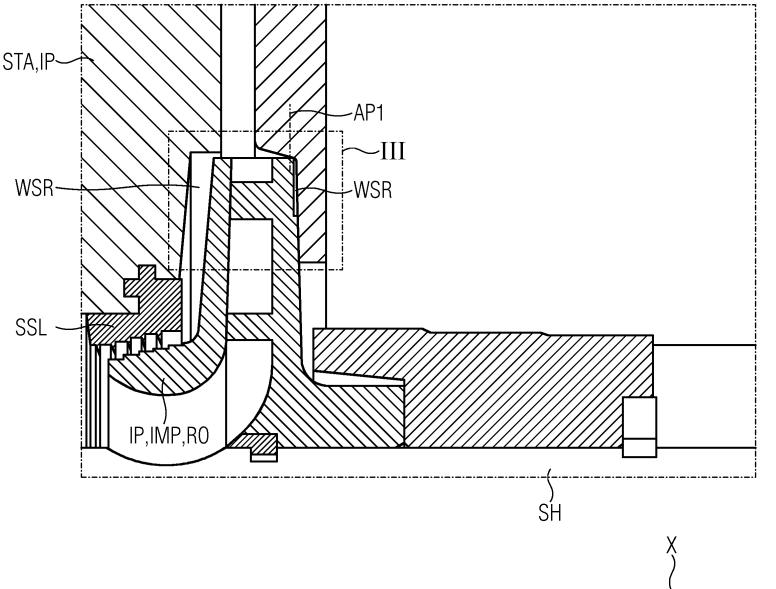
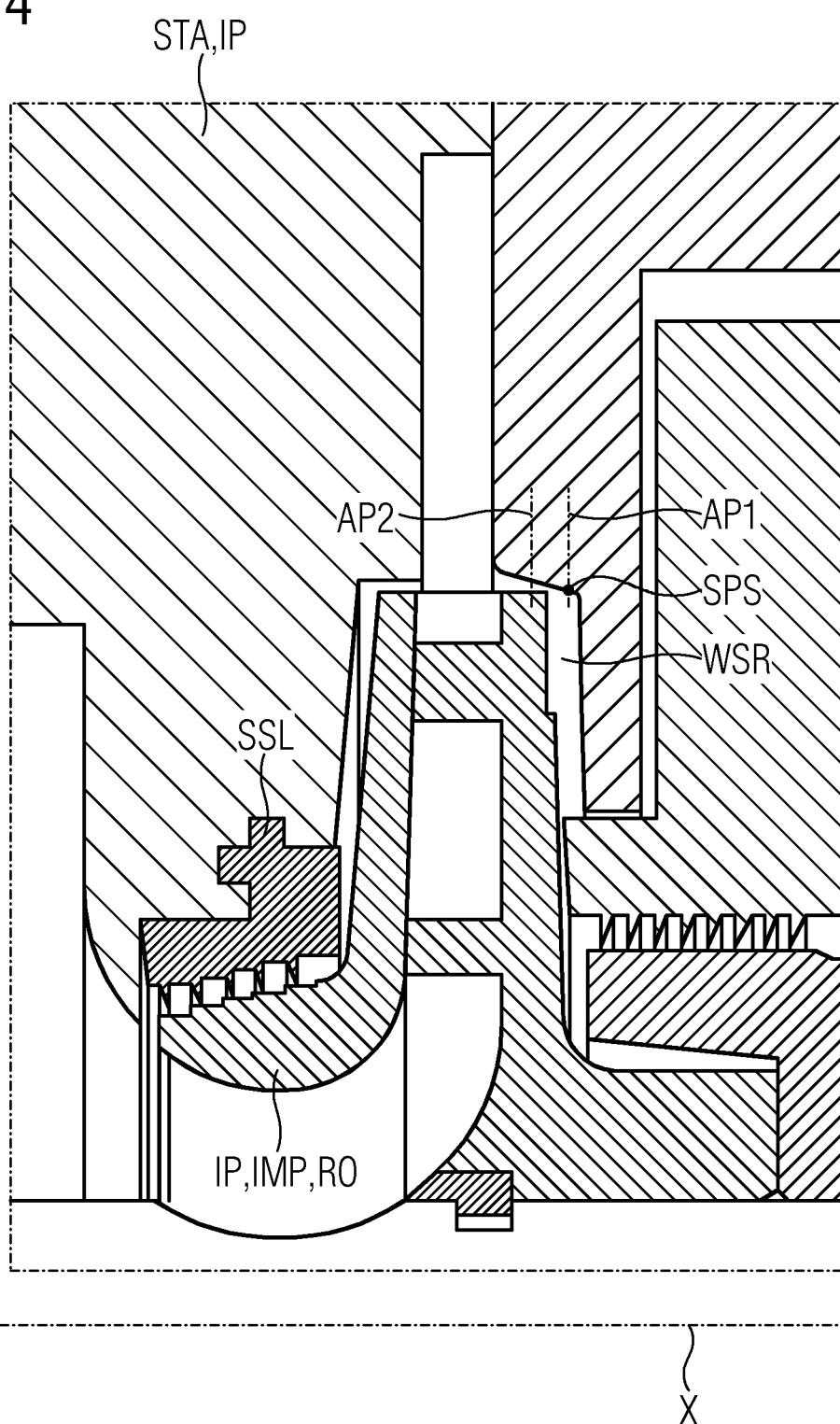


FIG 4



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Innenteil einer Turbomaschine zur Anordnung in einem Außengehäuse der Turbomaschine, wobei das Innenteil zur Rotation im Betrieb vorgesehene Teile eines Rotors und als im Betrieb stehende Teile ausgebildete Elemente eines Stators aufweist, wobei der Rotor sich entlang einer Achse erstreckt. Daneben betrifft die Erfindung eine Turbomaschine mit dem Innenteil und ein Verfahren zur Montage der Turbomaschine.

[0002] Turboverdichter und Verfahren der eingangs definierten Art sind bereits aus der Patentanmeldung EP 2 045 472 A1 bekannt. Das in dieser Patentanmeldung beschriebene Verfahren zur Montage der Turbomaschine sieht vor, dass ein Innenteil der Turbomaschine umfassend den Rotor und einen Stator als ein fertig montiertes Modul axial in ein in Umfangsrichtung ungeteiltes Außengehäuse eingeführt wird. Die Einführöffnung in das topfartig ausgebildete Außengehäuse, das auch als Topfgehäuse bezeichnet werden kann, wird nach Erreichen der Endposition des Innenteils mittels eines stirnseitigen Deckels axial verschlossen.

[0003] In der Regel sind die axialen Stirnseiten des Außengehäuses bzw. stirnseitigen Deckel jeweils mit einer Durchführ-Öffnung versehen, durch die jeweils ein Wellenende des Rotors axial aus dem Außengehäuse hinausgeführt wird. Dieses Wellenende kann einerseits zur Lagerung des Rotors dienen und anderseits zur Übertragung von Drehmomenten vor oder auf den Rotor der Turbomaschine. In dem Bereich der Herausführung der Welle ist in der Regel eine Wellendichtung zur Abdichtung des Spaltes zwischen der Öffnungskontur und der Wellenoberfläche des Rotors bzw. Läufers vorgesehen.

[0004] Im Rahmen der Montage dient das Wellenende auf einer axialen Seite der Anbringung eines sogenannten Schachtelhalms, der auch als Verlängerung bezeichnet werden kann. Der Schachtelhalm ist im Wesentlichen eine Axialverlängerung des Rotors an einem axialen Wellenende. Diese Verlängerung dient der Abstützung des Innenteils gegenüber der Schwerkraft in der Phase des axialen Einföhrens in das topförmige Außengehäuse, in der das Innenteil bereits teilweise in das Außengehäuse eingeführt ist, aber das axiale Wellenende (ohne Verlängerung), das die Einführbewegung anführt, noch nicht aus der axial stirnseitigen Öffnung des Außengehäuses hinausragt. Um das Innenteil dennoch hinsichtlich der Gewichtskraft gegenüber dem Außengehäuse abzufangen, damit das Innenteil beschädigungsfrei in das Außengehäuse eingeführt werden kann, nimmt diese Verlängerung, der als sogenannter Schachtelhalm (axial teilbar) ausgeführt sein kann, diese vertikal orientierte Last auf, so dass das Außengehäuse weitestgehend ohne reibungserhöhende Normalkraft wirkend auf das Außengehäuse axial eingeschoben werden kann. Es ist hierbei auch denkbar, dass nur eine teilweise Entlastung der Kontaktfläche zwischen dem Außengehäuse und

dem Innenteil stattfindet und die Normalkraft zwischen diesen beiden Bauteilen mittels des Schachtelhalms nur im Sinne einer Reibungsreduktion erniedrigt wird. Der Begriff "Schachtelhalm" ergibt sich daraus, dass diese 5 axiale Verlängerung in axiale Abschnitte zerlegbar ist. Diese Verlängerung dient dazu, das Innenteil so lange zu unterstützen, bis das anführende Wellenende axial aus der gegenüberliegenden Gehäuseaustritt bzw. Öffnung austritt. Nach dem Austritt kann die Welle bzw. der Läufer direkt abgefangen werden.

[0005] Ein Nachteil des bekannten Verfahrens liegt darin, dass ein besonderer Aufwand betrieben werden muss, den Stator gegenüber dem Rotor des Innenteils abzustützen, so dass es nicht zu unkontrollierten Kontakten und Kraftübertragungen zwischen dem Rotor und dem Stator kommt. Wird das Innenteil mittels des Schachtelhalms zumindest an einer axialen Seite mittelbar über den Rotor in seiner Gesamtheit zumindest auf einer Seite unterstützt bzw. angehoben, lastet zumindest 10 ein Teil der Gewichtskraft des Stators des Innenteils auf den Stellen des Rotors, an denen es gegenüber dem Stator in Folge geringen Spiels zuerst zu einer kontaktierenden Auflage kommt. In der Regel befindet sich in jeder Turbomaschine eine Vielzahl an Wellendichtungen, die zum Beispiel als Labyrinthdichtungen ausgeführt sein können. Unabhängig von dem jeweils ausgeführten Wellendichtungstyp in der Turbomaschine kommt es in dem Bereich der Wellendichtungen meist 15 am ehesten zur Kontaktauflage, weil dort im Interesse möglichst geringer Sekundärströmungen die Radialspiele am geringsten ausgeführt sind. Gleichzeitig handelt es sich insbesondere bei den Wellendichtungen um Bauteile, die sehr empfindlich sind, da beispielsweise im Falle der Labyrinthdichtung häufig schmale Dichtbänder - 20 bzw. in zweidimensionaler Sichtweise Dichtspitzen - eingesetzt werden, die zur Übertragung großer Kräfte nicht geeignet sind. Auch andere Bauteile des Stators und des Rotors sind in der Regel nicht zur Aufnahme der großen Gewichtskräfte des jeweils benachbarten Moduls ausgelegt. Um diese unkontrollierte teilweise punktförmige zumindest linienförmige Auflage zwischen diesen schweren Bauteilen des Innenteils zu vermeiden, wird in 25 der Regel eine Fixierung in radialer Richtung zwischen dem Rotor und dem Stator vorgesehen, die geeignet ist, die Gewichtskraft des Stators gegenüber dem Rotor kontrolliert abzufangen. Diese Vorkehrungen sind aufwändig und teilweise in der Montage umständlich. Diese Vorkehrungen müssen beispielsweise so ausgeführt sein, dass auf der die Einführbewegung anführenden Seite des Innenteils diese Vorkehrungen durch die axial stirnseitige 30 Öffnung des Außengehäuses entfernt werden können. Diese Notwendigkeit kann besondere Vorkehrungen an dem Außengehäuse erforderlich machen, die kostspielig in der Fertigung und aufwändig in der Installation und Handhabung sein können.

[0006] Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Kosten und den Aufwand im Rahmen der Montage zum Zwecke der Abstützung des Stators gegenüber dem

Rotor des Innenteils einer Turbomaschine zu reduzieren und trotzdem das Risiko einer Beschädigung nicht zu erhöhen.

[0007] Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe wird ein Innenteil der eingangs definierten Art mit den zusätzlichen Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Daneben schlägt die Erfindung eine Turbomaschine und ein Verfahren zur Montage der Turbomaschine nach den jeweils diesbezüglichen Ansprüchen vor. Die jeweils rückbezogenen Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0008] Angaben, wie radial, axial oder tangential bzw. Umfangsrichtung beziehen sich - wenn nicht anders angegeben - stets auf eine Achse des Rotors, die mit der Drehachse des Rotors im Betrieb zusammenfällt. Bauteile mit identischer Funktion und im Wesentlichen identischer Gestaltung werden identisch bezeichnet und in den Ausführungsbeispielen in der Regel identisch referenziert.

[0009] Bei dem Innenteil einer Turbomaschine nach der Terminologie der Erfindung handelt es sich um ein Bauteil, das in der Regel alle Teile des Rotors umfassen kann, aber nicht zwingend umfassen muss. Das Innenteil umfasst daneben einige den Rotor umgebene stehende Bestandteile, die hier als Stator bezeichnet werden.

[0010] Eine bevorzugte Anwendung der Erfindung bezieht sich auf als Radialmaschinen ausgeführte Turbomaschine, bei denen zwischen den einzelnen Stufen des Rotors in dem Stator eine radiale Umlenkung stattfindet. Diese radiale Umlenkung erfolgt mittels eines sich in Umfangsrichtung erstreckenden Kanals, der den Rotor umgibt. Diese Umlenkungen werden insgesamt als Rückführstufen bezeichnet und umfassen in der Regel sogenannte Zwischenböden, die zumindest bei einem axial nicht teilbaren Rotor in Umfangsrichtung in einer Teilfuge geteilt ausgebildet sind. Diese axial zwischen den einzelnen Laufrädern des Rotors angeordneten Zwischenböden weisen meist Wellendichtungen (der Begriff "Wellendichtung" bedeutet in dem Zusammenhang dieses Dokumentes Dichtungselemente des Stators und/oder des Rotors, z.B. einer Labyrinthdichtung, dieser Begriff bezeichnet die Wellendichtung als Ganzes, weiterhin bedeutet "Wellendichtung" die Abdichtung eines Spaltes zwischen einem Rotor und einem Stator, nicht nur an einem Gehäuseaustritt sondern ggf. auch an anderen Axialabschnitten der Maschine) auf, die eine Strömung eines Prozessfluids, das von der Turbomaschine entweder verdichtet oder expandiert wird zu Zuständen niedrigeren Druckes hin vermeiden. Die Güte dieser Wellendichtung beeinflusst direkt das Ausmaß ungewollter Sekundärströmungen, so dass beispielsweise die Radialspielauslegung dieser Wellendichtung ein primärer Einflussfaktor für den Wirkungsgrad einer solchen Turbomaschine ist.

[0011] Bei einem axial zerlegbaren Rotor ist es auch möglich, die Rückführstufen bzw. Zwischenböden in Umfangsrichtung nicht geteilt auszubilden und den Stator mit dem Rotor zu einem Innenteil in einem stapelnden

Arbeitsprozess schrittweise zusammen zu fügen.

[0012] Die einzelnen Zwischenböden können mittels einer axial über benachbarte Zwischenböden übergreifende in Umfangsrichtung geteilte oder ungeteilte Schale, axial und radial zusammengefasst sein, so dass der Stator des Innenteils eine fest zusammengefügte und aneinander befestigte Einheit bildet. Alternativ können die einzelnen Zwischenböden in ihrer Teilstufenebene mittels Befestigungselementen aneinander befestigt sein und axial zueinander auf eine andere ggf. ähnliche Weise zusammengefasst werden. Jedenfalls weist das Innenteil einen zumindest provisorisch fest zusammengefügten Stator auf, so dass das Innenteil eine für sich transportierbare Einheit bildet. Der Rotor ist hierbei in dem Innenteil deshalb formschlüssig angeordnet, weil die Laufräder (dieses Dokument benutzt die Begriffe "Impeller" und "Laufräder" synonym sowohl einzeln als auch in zusammengesetzten Begriffen) des Rotors in den Rückführstufen des Stators eine axial unbegrenzte Verschieblichkeit verhindern.

[0013] In den Grenzen der Axialbeweglichkeit ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Stator von einer ersten Axialposition in eine zweite Axialposition gegenüber dem Stator axial beweglich ist. In der ersten Axialposition sind an zwei axial voneinander beabstandeten Stellen jeweils eine sich in Umfangsrichtung erstreckende Auflageschulter jeweils an dem Stator und an dem Rotor jeweils radial konzentrisch gegenüberliegend vorgesehen, so dass der Rotor und der Stator mittels dieser Auflageschultern radial zueinander abstützbar sind. Zumindest an dem Rotor sollten diese Auflageschultern rotationssymmetrisch ausgebildet sein, so dass die Abstützung des Stators mittels des Rotors gegenüber der Gewichtskraft des Stators unabhängig von der Umfangsposition des Rotors möglich ist. Besonders bevorzugt erstreckt sich auch im Stator die Auflageschulter in Umfangsrichtung rotationsymmetrisch, so dass beispielsweise auch ein Anheben des gesamten Innenteils unter Anbringung der Anschlagmittel an dem Stator möglich ist, so dass der Rotor mittelbar über den Stator des Innenteils angehoben werden kann.

[0014] Besonders bevorzugt befinden sich die Anlageschultern an dem Rotor jeweils an einer nabenseitigen Radscheibe eines Impellers. Hierbei wirken die Schaufeln an der Radscheibe als Versteifende Rippen und verhindern ein Wegknicken der Radscheibe unter der Last.

[0015] Alternativ kann die Anlageschulter auch an einer Deckscheibe des Impellers vorgesehen sein, wobei in diesem Falle die Kräfte aus dem Gewicht des Stators über Impellerschaufeln zwischen der Radscheibe und der Deckscheibe des jeweiligen Impellers übertragen werden müssen. Dies ist bei der Auslegung der Schaufeln zu berücksichtigen.

[0016] Besonders bevorzugt ist die Auflageschulter an jeweils dem äußersten radialen Ende der Radscheibe oder der Deckscheibe vorgesehen, so dass nicht ein gesonderter Absatz in beispielsweise der Radscheibe zusätzlichen axialen Bauraumbedarf schafft.

[0017] Die axiale Verschieblichkeit von der ersten Axialposition in die zweite Axialposition des Rotors gegenüber dem Stator des Innenteils ist zweckmäßig auch durch einen axial breiter gestalteten Radseitenraum ermöglicht, so dass die Radscheibe im Rahmen der Axialverschiebung in die erweiterte Breite des Radseitenraums axial einrückt, so dass sich die Anlageschulter in der ersten Axialposition bei in den Radseitenraum eingrückter Radscheibe des Stators gegenüber der Anlageschulter des Rotors bevorzugt am radial äußeren Ende der Radscheibe des Laufrades befindet. Dieses Vorgehen hat auch den Vorteil, dass bei einem gestuft ausgeführten Deckscheibenlabyrinth diese Wellendichtung bei der Radscheiben-seitigen Verschieberichtung genügend Axialspiel zur Verfügung stellt.

[0018] Besonders bevorzugt kann die Radscheibe im Bereich der Anlageschulter rotationssymmetrisch - im Querschnitt konvex - ausgebildet sein, so dass es über einen Teil des Umfangs geringfügige kraftbedingte elastische Verformungen der Radscheibe bzw. des Stators im Bereich der jeweiligen Anlageschulter vorausgesetzt zu einer im Wesentlichen linienförmigen Auflage kommt. Linienförmig meint hierbei, dass die Erstreckung der Auflagefläche in Umfangsrichtung länger ist als in Axialrichtung. Alternativ kann die Anlageschulter auch rotations-symmetrisch konisch - im Querschnitt schräg zur Achse bzw. Rotationsachse - jeweils ausgebildet sein, so dass die beiden Anlageschulterflächen bei axial paralleler Ausrichtung des Stators und des Rotors im Wesentlichen parallel zueinander orientiert sind. Die Konusschräge sollte hierbei bevorzugt derart ausgerichtet sein, dass der Rotor gegenüber dem Stator bei einer Andruck-Kraft senkrecht zur Achse in Richtung eines axialen Anschlags gedrückt wird von der Schrägen des Konus, so dass ein unkontrolliertes Abgleiten der Anlageschultern aneinander ausgeschlossen ist.

[0019] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die axiale Relativposition des Stators und des Rotors des Innenteils zueinander mittels mindestens eines Befestigungselementes fixierbar ist. Hierzu ist es möglich, dass die axiale Relativposition auf einer axialen Seite mittels eines Sicherungselementes in einem Grenzbereich zwischen dem Stator und dem Rotor, der von außen zugänglich ist, an mindestens einer Umfangsposition mittels des Sicherungselementes festgelegt ist. Zu diesem Zweck kann beispielsweise der Rotor bzw. die Welle des Rotors von dem Befestigungselement radial eingeklemmt sein, wobei das Befestigungselement gleichzeitig eine axiale Referenzfläche des Stators kontaktiert, so dass eine Axialbewegung zumindest unidirektional, bevorzugt bidirektional zwischen dem Rotor und dem Stator blockiert ist. Eine vollständige Sicherung der Axialposition kann auch mittels zweier derartiger Befestigungselemente erfolgen.

[0020] Bevorzugt sind die axialen Stirnseiten des Außengehäuses bzw. stirnseitigen Deckel jeweils mit einer Durchführ-Öffnung versehen, durch die jeweils ein Wellenende des Rotors axial aus dem Außengehäuse hin-

ausführbar ist. Dieses Wellenende kann einerseits zur dauerhaften oder übergangsweisen Lagerung des Rotors dienen und anderseits zur Übertragung von Drehmomenten vor oder auf den Rotor der Turbomaschine.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass zunächst das Außengehäuse bereitgestellt wird. Anschließend wird eine axiale Verlängerung im Sinne des bereits eingangs erwähnten Schachtelhalms an dem Rotor an einem Wellenende biegesteif angebracht, so dass das Innenteil mittels der Verlängerung angehoben - bzw. hinsichtlich der Gewichtskraft abgefangen - werden kann. Hier ist es ausreichend, wenn das Innenteil zumindest auf einer Axalseite angehoben werden kann. Es ist nicht erforderlich, dass das gesamte Innenteil als ein freies Ende dieser axialen Verlängerung angehoben werden kann. Jedenfalls muss die Verbindung zwischen der Verlängerung und dem Wellenende biegesteif sein, so dass die aus der Querkraft entstehenden Drehmomente bzw. Biegemomente auf eine axial beabstandete Unterstützung der Verlängerung übertragen werden können. Anschließend wird das Innenteil mittels der Verlängerung in das Außengehäuse eingeführt, wobei der Rotor zu dem Stator des Innenteils sich in der ersten Axialposition befindet. Hierbei ist es zweckmäßig, wenn die axiale Verlängerung bzw. der Schachtelhalm diese Einführbewegung anführt und durch eine stirnseitig axiale Öffnung des Außengehäuses dieser Verlängerung axial außen abgestützt wird, so dass eine Normalkraft zwischen dem Innenteil und dem Außengehäuse während des Einführungsvorgangs zumindest reduziert wird. Nach vollständiger Einführbewegung kann der Rotor gegenüber dem Stator des Innenteils in die zweite Axialposition axial versetzt werden. Dieses Axialversetzen des Rotors gegenüber dem Stator kann unter Zuhilfenahme des Schachtelhalms erfolgen, wobei der Stator des Innenteils im Außengehäuse den Rotor von der Gewichtskraft entlastend abgelegt wird und der Rotor ohne diese Zusatzlast in die zweite Axialposition manövriert werden kann.

[0022] Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Turbomaschine beim axialen Einführen des Innenteils in das Außengehäuse,

Figur 2 eine schematische Darstellung von Auflageschultern zwischen einem Rotor und einem Stator eines Innenteils in einem Längsschnitt an der Radscheibenseite,

Figur 3 ein Detail der Figur 2, dort mit III bezeichnet,

Figur 4 ein Ausschnitt aus der Figur 2, in dem der Rotor sich gegenüber dem Stator

in einer zweiten Axialposition befindet,

Figuren 5 bis 7 jeweils eine schematische Darstellung von Schritten des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Montage einer erfindungsgemäßen Turbomaschine mit einem erfindungsgemäßen Innenteil.

[0023] Die Figuren zeigen jeweils Längsschnitte in schematischer Wiedergabe, wobei sich die Schnittebene jeweils entlang einer Achse X erstreckt, die mit der Rotationsachse eines Rotors RO identisch ist. Geometrische Angaben beziehen sich in der Regel auf die Achse X, wenn nicht anders angegeben. Die Figurenbeschreibung gilt figurenübergreifend, es sei denn, es wird auf eine spezielle Figur Bezug genommen.

[0024] Figur 1 zeigt ein Teil einer Turbomaschine TCO mit einem Innenteil IP. Das Innenteil IP wird in Figur 1 mittels einer axialen Verlängerung EXT angebracht an einem Wellenende SHE des Rotors RO in ein Außengehäuse OC in Axialrichtung eingeführt. Wie auch in den Figuren 6, 7 ersichtlich, umfasst das Innenteil IP im Betrieb der Turbomaschine TCO zur Rotation vorgesehene Teile eines Rotors RO und im Betrieb als stehende Teile ausgebildete Elemente eines Stators STA. Das Innenteil IP ist eine für sich transportierbare Einheit, die bevorzugt an der Stelle der Inbetriebnahme der Turbomaschine TCO mit dem Außengehäuse OC zusammengefügt wird. Das Außengehäuse OC ist als ein in Umfangsrichtung ungeteiltes sogenanntes Topfgehäuse ausgebildet. Auf mindestens einer Axialseite ist das Außengehäuse stirnseitig mit einer axialen Öffnung versehen, so dass das Innenteil IP in das Außengehäuse OC axial eingeführt werden kann. An dem Innenteil IP ist bevorzugt ein Deckel COV axial auf ein Wellenende SHE des Rotors RO aufgeschoben und dort angebracht, so dass dieser Deckel COV mit dem axialen Einschieben des Innenteils IP ebenfalls zum Zwecke der Befestigung an dem Außengehäuse OC positioniert ist. Der Rotor RO umfasst eine Welle SH und mehrere auf die Welle aufgeschrumpfte Laufräder IMP bzw. Impeller. Der Stator STA umfasst mehrere zwischen den einzelnen als Radiallaufräder ausgebildeten Laufräder IMP vorgesehene Rückführstufen BST, die jeweils einen strömungstechnischen Rückführkanal aufweisen, der die nach radial außen von dem Laufrad IMP umgelenkte Strömung eines Prozessfluids wieder zurück nach radial innen umlenkt. In nicht dargestellter Weise sind die Rückstufen mit aerodynamischen Leitmitteln, Leitschaufeln zur Ausrichtung der Strömung des Prozessfluids, ausgestattet. Bei einem, wie hier dargestellten, nicht axial zerlegbaren, also gebauten Rotor, bei dem die Laufräder auf eine massive ungeteilt Welle aufgeschrumpft oder anders befestigt sind, sind die Rückführstufen BST, die auch als Zwischenböden bezeichnet werden, mit einer Teilstufe versehen, die sich in einer Ebene erstreckt, die im Wesentlichen parallel ist

zu der Achse X. Zur Zusammenfassung der Rückführstufen BST ist ein ebenfalls mit einer Teilstufe versehener Halter CR (dieser Halter kann auch als Innengehäuse bezeichnet sein) vorgesehen, der die Rückführstufen 5 BST in der gewünschten Axial- und Radialposition zueinander sichert. Alternativ werden die Rückführstufen BST direkt aneinander angebracht bzw. befestigt, z.B. miteinander verschraubt.

[0025] Die einzelnen Stufen der Turbomaschine TCO 10 sind zueinander mittels mindestens einer Wellendichtung SSL abgedichtet. In dem Ausführungsbeispiel dichtet die Wellendichtung SSL zwischen einer Deckscheibe CW des Laufrades IMP und dem Stator STA. Das Laufrad IMP weist neben der Deckscheibe noch Schaufeln BL 15 und eine Radscheibe HW auf. Mittels der Radscheibe HW ist das Laufrad IMP mit einer Welle-Nabe-Verbindung an der Welle SH des Rotors RO befestigt. Die Befestigung sichert das Laufrad IMP in axialer, radialer und tangentialer (gegen Verdrehen) Richtung.

[0026] Der Rotor RO ist gegenüber dem Stator STA 20 zwischen einer ersten Axialposition AP1 und einer zweiten Axialposition AP2 verschieblich ausgebildet. Hierzu ist eine entsprechende Axialspielauslegung der Wellendichtungen SSL vorgesehen und die Radseitenräume WSR, die ein axiales Spiel zwischen den Laufrädern IMP 25 und dem Stator STA festgelegen, sind axial entsprechend bereit ausgebildet. In der ersten Axialposition AP1 befinden sich an zwei axial voneinander beabstandeten Stellen (AL1, AL2) jeweils eine sich in Umfangsrichtung 30 CD erstreckende Auflageschulter SPS jeweils an dem Stator STA und an dem Rotor RO jeweils radial konzentrisch gegenüberliegend, so dass der Rotor RO und der Stator STA mittels der Auflageschultern SPS radial zueinander abstützbar sind. In der zweiten Axialposition 35 SPS des Rotors RO und des Stators STA nicht mehr radial gegenüberliegend, so dass ein ausreichendes Radialspiel für den Betrieb unter Berücksichtigung der Rotordynamik der Turbomaschine TCO gegeben ist. Im Falle der Anlage der Auflageschultern SPS des Rotors RO 40 und des Stators STA aneinander befindet sich der Rotor RO gegenüber seiner Drehachse im Betrieb im Wesentlichen konzentrisch ggf. etwas exzentrisch, weil es zwischen den Auflageschultern SPS des Stators STA und des Rotors RO ein bestimmtes Radialspiel bezogen auf 45 den Durchmesser gibt.

[0027] In den Figuren 5, 6 und 7 sind jeweils Schritte 50 des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Montage der Turbomaschine TCO wiedergegeben. Figur 5 zeigt die Bereitstellung des Außengehäuses OC. Figur 6 zeigt, wie im Rahmen des Schrittes b) eine Verlängerung EXT axial an ein Wellenende SHE des Rotors RO des Innenteils IP angebracht worden ist. Das Innenteil IP ist bereits teilweise axial in das Außengehäuse OC eingeführt worden, wobei die axiale Verlängerung EXT die Einführbewegung axial anführt. Schritt d) ist in der Figur 7 schematisch dargestellt, wobei die Figuren 3, 4 in ihrer Detailwiedergabe die radiale Anlage der Auflageschultern SPS aneinander in der ersten Axialposition AP1 an den

beiden axialen Stellen AL1, AL2 zeigen. Die Figur 7 zeigt außerdem, dass der Deckel COV des Außengehäuses OC gemeinsam mit dem Innenteil IP axial in seine Endposition verbracht wird, bevor dieser mittels Befestigungselementen an dem Außengehäuse OC befestigt wird.

[0028] Das Wellenende SHE, das der Axialbewegung nachfolgt, ist mittels einer Unterstützung SUP' in radialer Position gehalten. Zusätzlich, oder alternativ kann das Innenteil auch seitens des Stators STA mittels einer Unterstützung SUP' unterstützt sein. Weil es bei schweren Ausführungen aufwändig wird, das Drehmoment aus der Gewichtskraft über die Welle abzufangen, ist dann in der Regel die Abstützung über das Innenteil IP bevorzugt.

Patentansprüche

1. Innenteil (IP) einer Turbomaschine (TCO) zur Anordnung in einem Außengehäuse (OC) der Turbomaschine (TCO), wobei das Innenteil (IP) zur Rotation im Betrieb vorgesehene Teile eines Rotors (RO) und als im Betrieb stehende Teile ausgebildete Elemente eines Stators (STA) aufweist, wobei der Rotor (RO) sich entlang einer Achse (X) erstreckt,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Innenteil (IP) derart ausgebildet ist, dass der Rotor (RO) axial gegenüber dem Stator (STA) beweglich von einer ersten Axialposition (AP1) in eine zweite Axialposition (AP2) ist, wobei in der ersten Axialposition (AP1) an mindestens zwei axial voneinander beabstandeten Stellen jeweils eine sich in Umfangsrichtung (CD) erstreckende Auflageschulter (SPS) jeweils an dem Stator (STA) und an dem Rotor (RO) jeweils radial konzentrisch gegenüberliegend vorgesehen sind, so dass der Rotor (RO) und der Stator (STA) mittels der Auflageschultern (SPS) radial zueinander abstützbar sind, wobei die Auflageschultern (SPS) derart ausgebildet sind, dass in der zweiten Axialposition (AP2) die Auflageschultern (SPS) des Rotors (RO) und des Stators (STA) sich nicht radial gegenüberliegend befinden.

2. Innenteil (IP) nach Anspruch 1, wobei die radial sich gegenüberliegenden Paarungen von Auflageschultern (SPS) mindestens eine Auflageschulter (SPS) aufweisen, die konkav ballig oder konisch ausgebildet ist.

3. Innenteil (IP) nach Anspruch 1, wobei mindestens eine Auflageschulter (SPS) an dem Rotor an einer nabenseitigen Radscheibe (HW) oder einer Deckscheibe (CW) eines Impellers (IMP) ausgebildet ist.

4. Turbomaschine (TCO) mit einem Innenteil (IP) nach Anspruch 1, umfassend das Außengehäuse (OC).

5. Turbomaschine (TCO) nach Anspruch 2, wobei das Außengehäuse (OC) in Umfangsrichtung ungeteilt mit einer Teilfuge (SP) im Wesentlichen senkrecht zu Achse (X) als Topfgehäuse ausgebildet ist.

6. Verfahren zur Montage einer Turbomaschine nach mindestens einem der Ansprüche 4 oder 5, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:

- Bereitstellen des Außengehäuses (OC),
- Anbringen einer axialen Verlängerung (EXT) an dem Rotor (RO), der an einem Wellenende (SHE) biegesteif angebracht wird, so dass das Innenteil (IP) mittels der Verlängerung (EXT) gegen die Gewichtskraft anhebbar ist,
- axiales Einführen des Innenteils (IP) mittels der Verlängerung in das Außengehäuse (OC), wobei der Rotor (RO) zu dem Stator (STA) sich in der ersten Axialposition (AP1) befindet,
- Versetzen des Rotors (RO) gegenüber dem Stator (STA) in die zweite Axialposition (AP2).

10
15
20
25
30
35
40
45

30

35

40

45

50

55

7

FIG 1

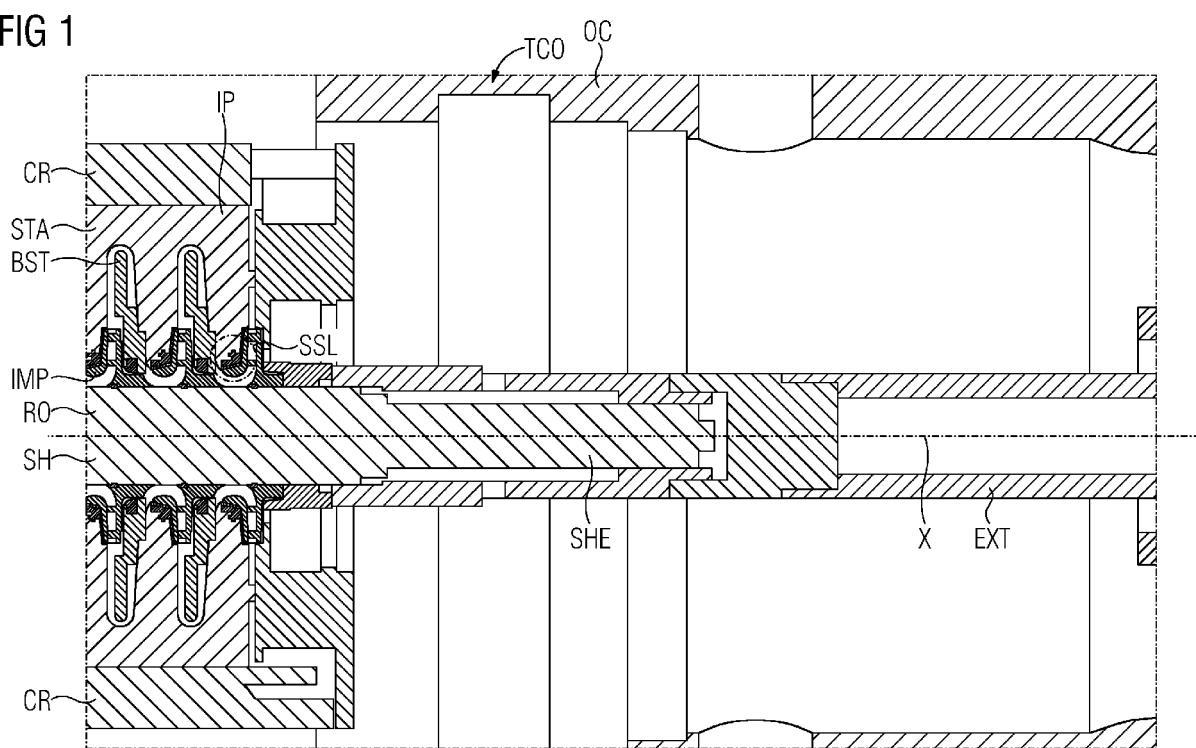


FIG 2

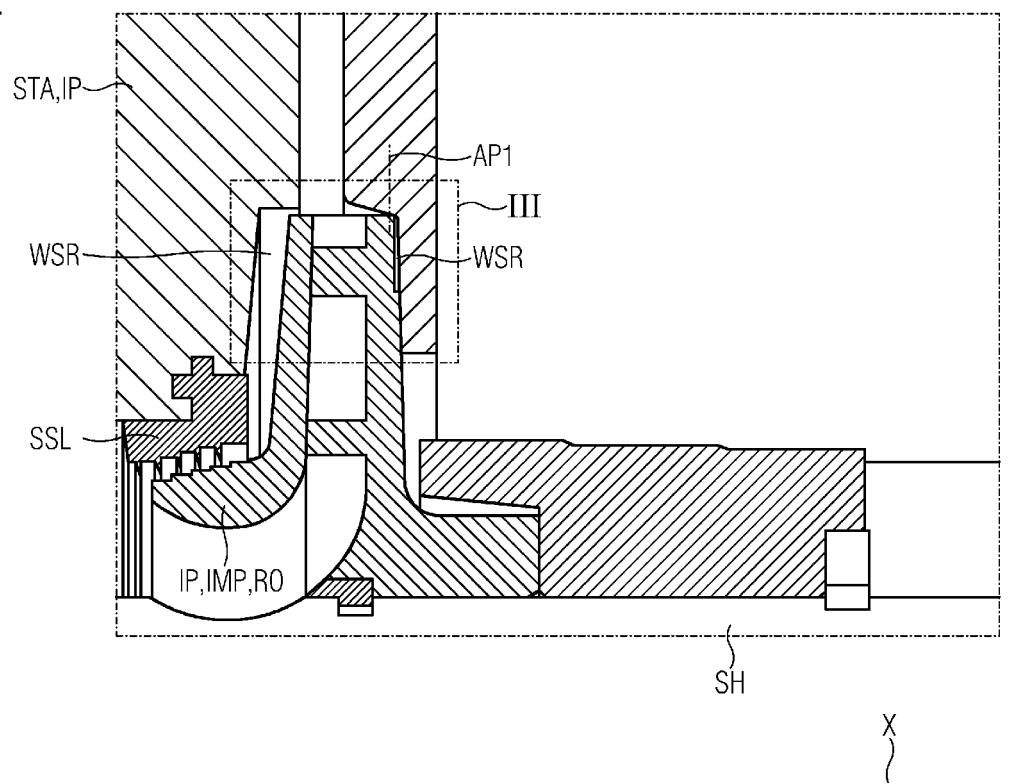


FIG 3

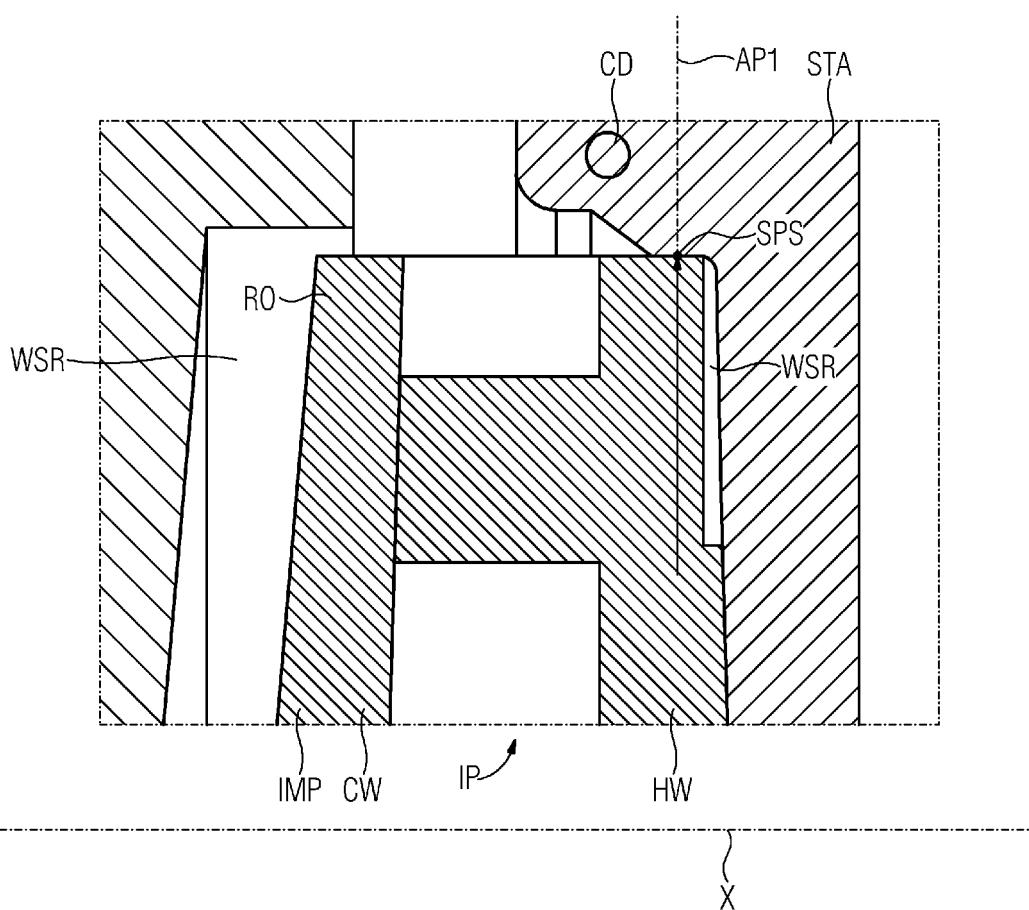


FIG 4

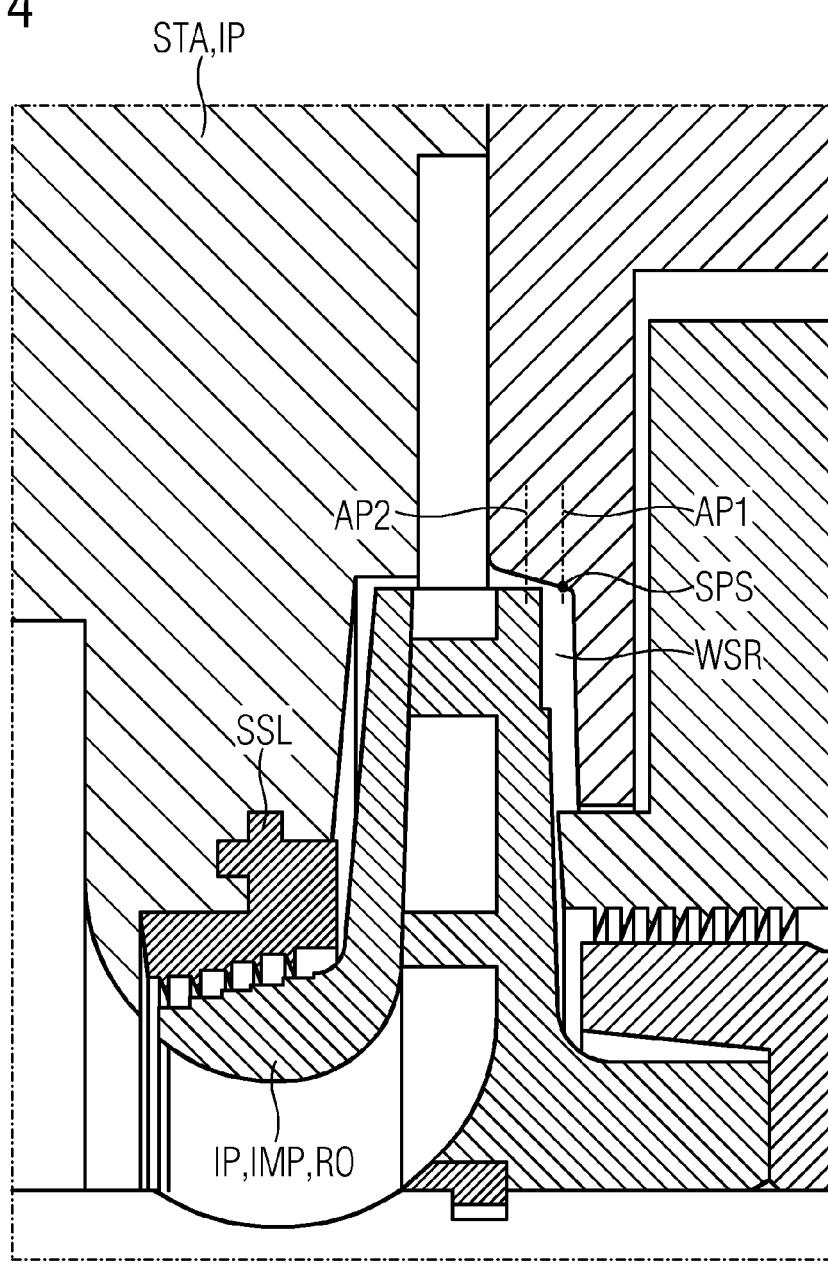
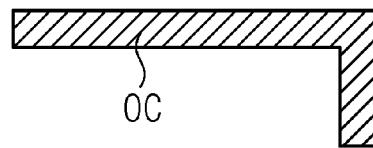
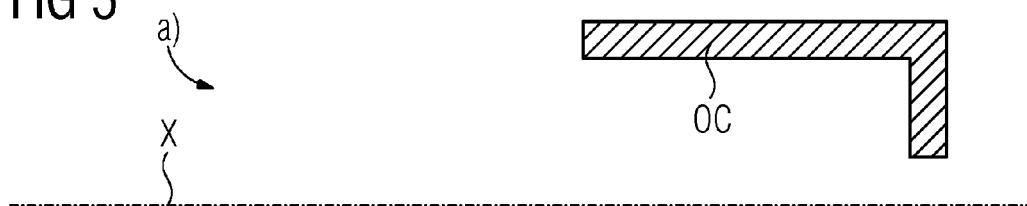
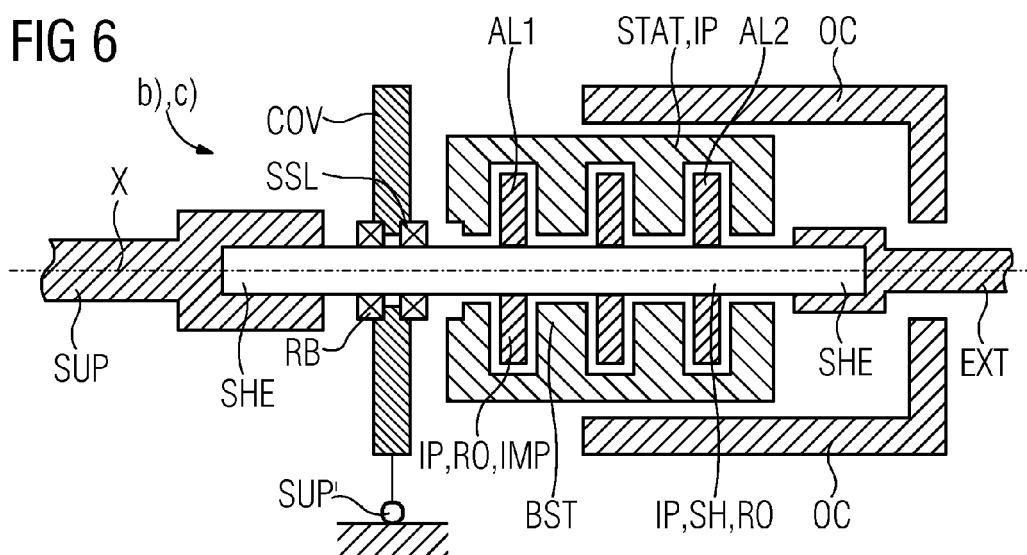
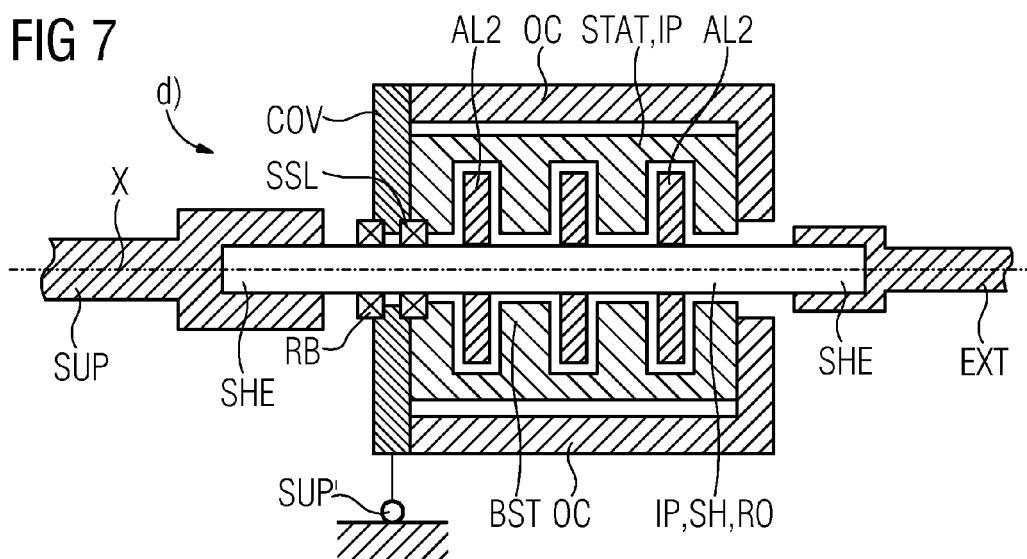


FIG 5**FIG 6****FIG 7**



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 19 3213

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	DE 35 37 587 A1 (PROIZV OB NEVSKIJ Z IM V I [SU]) 23. April 1987 (1987-04-23) * Abbildungen 1, 4 * * Spalte 4, Zeilen 24-37 * * Spalte 4, Zeile 52 - Spalte 5, Zeile 4 * -----	1-6	INV. F04D17/12 F04D29/28 F04D29/42 F04D29/62 F01D25/28
15 X	EP 0 257 098 A1 (PROIZV OB NEVSKY Z [SU]) 2. März 1988 (1988-03-02) * Abbildung 1 * -----	1-5	
20 A,D	EP 2 045 472 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8. April 2009 (2009-04-08) * Abbildung 4 * -----	1-6	
25			
30			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35			F04D F01D
40			
45			
46 4	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
50 48	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 2. Mai 2016	Prüfer de Verbigier, L
55	<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p>	<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 19 3213

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-05-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 3537587 A1 23-04-1987	CH DE FR GB	667703 A5 3537587 A1 2589528 A1 2181785 A	31-10-1988 23-04-1987 07-05-1987 29-04-1987	
20	EP 0257098 A1 02-03-1988	EP JP WO	0257098 A1 S63502679 A 8705080 A1	02-03-1988 06-10-1988 27-08-1987	
25	EP 2045472 A1 08-04-2009	KEINE			
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2045472 A1 [0002]